

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 716 750

(21) N° d'enregistrement national :

95 02173

(51) Int Cl⁶ : H 01 M 6/34/F 42 B 19/24

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 24.02.95.

(30) Priorité : 25.02.94 IT 94000128.

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : 01.09.95 Bulletin 95/35.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été
établi à la date de publication de la demande.*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : WHITEHEAD ALENIA SISTEMI
SUBACQUEI S.p.A. — IT et MICROTECNICA S.p.A.
— IT.

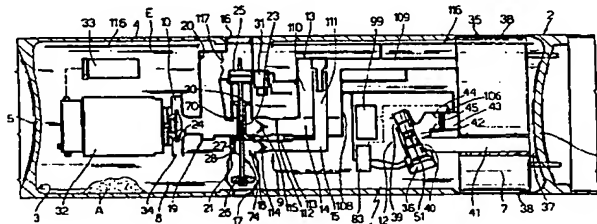
(72) Inventeur(s) : Tribioli Silvano, Giardinelli Vito, Rocco
Francesco et Cerrano Franco.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire : Bloch & Associés.

(54) Pile activable à circulation d'électrolyte.

(57) Pile (1) activable à circulation d'électrolyte, comprenant un système (9), pour la formation de l'électrolyte et sa circulation entre un réservoir (8) et une pile électrochimique (7), comprenant un séparateur de gaz (13) en sortie de la pile et une pompe de circulation (10), un dispositif (12) de réglage de la température de l'électrolyte en entrée de la pile électrochimique (7) comprenant un échangeur de chaleur (35), une vanne thermostatique (36) pour envoyer à la pile électrochimique (7) un mélange d'électrolyte chaud provenant du réservoir (8) et d'électrolyte refroidi provenant de l'échangeur de chaleur (35), selon une proportion définie par la position d'un organe déplaçable (51) de la vanne (36), qui est actionnée par une électrovanne (83) actionnée par une unité de commande, avec un cycle opératoire variable en réponse à un signal d'entrée (105) reçu depuis un capteur de température (106) en entrée de la pile électrochimique (7).



FR 2 716 750 - A1



Pile activable à circulation d'électrolyte

La présente invention concerne une pile alcaline activable à circulation d'électrolyte, en particulier pour la production d'énergie électrique destinée à la propulsion de systèmes subaquatiques.

5 On connaît des piles du type précité, comprenant essentiellement une pile électrochimique, un réservoir contenant un composé alcalin à l'état anhydre adapté pour être dissout dans l'eau de mer pour former un électrolyte liquide, et un système pour la formation de l'électrolyte
10 liquide et sa recirculation entre le réservoir et la pile électrochimique.

Dans les piles connues, la température de l'électrolyte envoyé à la pile électrochimique est globalement commandée par une vanne thermostatique, qui mélange un flux
15 d'électrolyte chaud provenant du réservoir et un flux d'électrolyte refroidi via un échangeur de chaleur, selon une proportion définie par la position d'un organe déplaçable de la vanne même. Le réglage de la position de l'organe déplaçable est globalement effectué par un organe
20 d'actionnement, par exemple une capsule à cire ou électromécanique.

Les piles connues du type décrit brièvement présentent certains inconvénients.

Dans le cas où l'on utilise un organe d'actionnement à
25 cire, le système peut fonctionner seulement à un niveau de température prédéterminé et ne permet pas de faire varier ce niveau au cours de la mission. La commande est en outre plutôt imprécise et manifeste des temps de réponse inappropriés. Ces limitations peuvent être en partie
30 surmontées par l'utilisation d'un organe d'actionnement électromécanique commandé de manière électronique, cas dans lequel on peut faire varier le niveau de température de l'électrolyte.

Cette solution n'est pas non plus dépourvue
35 d'inconvénients, dans la mesure où l'organe d'actionnement

électromécanique est relativement coûteux, et constitue, conjointement avec la vanne thermostatique à laquelle il est relié mécaniquement, un ensemble encombrant difficile à disposer à l'intérieur du réservoir.

5 En tous cas, quels que soient le type d'organe d'actionnement et de commande utilisés, il est inévitable qu'à la sortie de la vanne thermostatique on relève une température fluctuant dans un champ de variabilité, constituant une indication approximative de la valeur
10 imposée, dont l'ampleur de la fluctuation ne peut pas être réduite au-delà d'une certaine limite.

Le but de la présente invention est de réaliser une pile activable à circulation d'électrolyte qui soit dépourvue des inconvénients associés aux piles connues et
15 spécifiées ci-dessus.

Ce but est atteint par la présente invention, dans la mesure où elle concerne une pile activable à circulation d'électrolyte, en particulier pour la production d'énergie électrique destinée à propulsion de systèmes aquatiques, du
20 type comprenant :

-
- une pile électrochimique;
 - un réservoir contenant au moins un composé alcalin anhydrique adapté pour être dissout dans l'eau de mer pour former un électrolyte liquide; et
 - 25 - un système pour la formation de l'électrolyte liquide et la circulation de l'électrolyte même entre ledit réservoir et ladite pile électrochimique, ledit système comprenant à son tour :
 - une conduite d'entrée communiquant avec le milieu
30 ambiant extérieur;
 - une pompe de circulation de l'électrolyte, dont l'aspiration est reliée à ladite conduite d'entrée et dont l'évacuation est connectée audit réservoir;
 - des moyens de réglage de la température de
35 l'électrolyte, disposés entre ledit réservoir et une entrée de ladite pile électrochimique;

BEST AVAILABLE COPY

- un séparateur de gaz ayant une entrée connectée à une sortie de ladite pile électrochimique, une sortie de la phase gazeuse et une sortie de la phase liquide;

5 - une conduite de sortie communiquant avec le milieu ambiant extérieur,

ladite sortie de la phase liquide dudit séparateur de gaz pouvant être reliée à l'aspiration de ladite pompe, ladite sortie de la phase gazeuse dudit séparateur étant reliée à ladite conduite de sortie,

10 lesdits moyens de réglage de la température de l'électrolyte comprenant un échangeur de chaleur dont l'entrée communique avec ledit réservoir et utilisant l'eau de mer comme fluide réfrigérant, et une vanne thermostatique à trois voies, ayant une première entrée connectée audit
15 réservoir, une deuxième entrée connectée à une sortie dudit échangeur de chaleur, une sortie connectée à une entrée de ladite pile électrochimique et un organe déplaçable pour faire varier la section des lumières de communication entre lesdites entrées et ladite sortie, et des moyens de commande
20 de ladite vanne thermostatique;

caractérisée par le fait que lesdits moyens de commande comprennent une électrovanne à deux positions, produisant à la sortie au moins un signal hydraulique de pilotage de ladite vanne thermostatique, un capteur de température de
25 l'électrolyte et une unité électronique de commande connectée audit capteur de température et à ladite électrovanne et adaptée pour produire au moins un signal numérique de commande pour ladite électrovanne, en réponse à au moins un signal d'entrée reçu dudit capteur, ladite électrovanne étant
30 adaptée pour prendre une première et une deuxième position, correspondant respectivement à un premier et un deuxième niveau dudit signal numérique de commande, auxquels ledit signal hydraulique de pilotage est adapté pour provoquer un déplacement dudit organe déplaçable afin d'augmenter la
35 section de la lumière de communication entre ladite sortie et, respectivement, ladite première et ladite deuxième entrée.

Afin de mieux comprendre la présente invention, est décrite ci-après une forme préférée de réalisation à pur titre d'exemple non limitatif et en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- 5 la figure 1 est une coupe axiale schématique d'une pile réalisée selon les règles de la présente invention;
- la figure 2 illustre schématiquement un dispositif de réglage de la température de l'électrolyte de
- 10 la pile de la figure 1, à plus grande échelle;
- la figure 3 est un diagramme dans lequel est illustrée l'évolution au cours du temps d'un signal électrique produit par une unité de commande du dispositif de la figure 2.

15

En se référant à la figure 1, le numéro 1 désigne globalement une pile alcaline activable pour la production d'énergie électrique destinée à la propulsion d'un système subaquatique 2, partiellement illustré, par exemple une

20 torpille.

La pile 1 est logée dans un compartiment 3 de la torpille 2, délimité par une paroi latérale 4 sensiblement cylindrique et par deux parois transversales 5, 6 de la torpille même.

25 La pile 1 comprend essentiellement une pile électrochimique 7, par exemple de type Al-AgO, qui est logée à proximité d'une extrémité axiale du compartiment 3, et un réservoir 8 défini par la partie restante du compartiment 3 contient un composé alcalin A à l'état anhydre, par exemple

30 de la soude ou de la potasse, adapté pour être dissout dans l'eau de mer immergée en utilisation dans le réservoir, pour former un électrolyte E liquide.

La pile 1 comprend en outre un système de formation de l'électrolyte liquide E et de circulation de l'électrolyte

35 même entre le réservoir 8 et la pile électrochimique 7, qui est logé dans le réservoir 8 et est désigné globalement par le numéro 9.

Le système 9 comprend essentiellement une pompe 10 de circulation de l'électrolyte E, un dispositif 12 de réglage de la température de l'électrolyte E, à l'entrée de la pile électrochimique 7, et un séparateur de gaz 13 disposé à la
5 sortie de la pile électrochimique 7 et adapté pour séparer de l'électrolyte E l'hydrogène qui se produit durant la réaction de décharge. Le séparateur 13 présente une sortie 14 pour la phase liquide et une sortie 15 pour la phase gazeuse.

10 Le système 9 communique en utilisation avec le milieu ambiant extérieur via une ouverture d'entrée 16, adaptée pour permettre l'entrée d'eau de mer dans le réservoir 8, et une ouverture de sortie 17 adaptée pour permettre l'évacuation vers l'extérieur de l'hydrogène produit durant
15 la décharge de la pile et, dans des conditions de fonctionnement particulières, de l'électrolyte E.

Les ouvertures 16 et 17 sont, de manière appropriée, tournées l'une vers l'autre et coaxiales l'une par rapport à l'autre et sont respectivement ménagées dans une zone
20 supérieure et dans une zone inférieure de la paroi latérale 4 de la torpille.

Le système 9 comprend enfin une soupape 18 d'interface du système même avec le milieu ambiant extérieur et est destinée à la sélection du mode de fonctionnement du
25 dispositif même, dénommé ci-après brièvement "valve de mode".

La valve de mode 18 comprend un corps 19 creux définissant une conduite d'entrée 20 communiquant avec l'ouverture d'entrée 16 et une conduite de sortie 21
30 communiquant avec l'ouverture de sortie 17. Ces conduites 20, 21 communiquent avec une chambre centrale 23 reliée à la sortie 14 de la phase liquide du séparateur de gaz et sont respectivement reliées, à proximité de cette chambre, à une lumière d'aspiration 24 de la pompe 10 et à la sortie 15 de
35 la phase gazeuse du séparateur de gaz.

La vanne 18 comprend en outre des organes d'interception 25, 26 respectifs de la conduite d'entrée 20

et de la conduite de sortie 21, adaptés pour isoler la pile 1 du milieu ambiant extérieur durant l'emmagasinement, et un organe d'interception 27 ultérieur, adapté pour isoler sélectivement ces conduites 20, 21 de la chambre 23.

5 Les organes d'interception 25, 26 sont reliés entre eux par une crémaillère rigide 28 et définissent avec cette dernière un dispositif d'interception 29, non décrit en détail dans la mesure où il ne fait pas partie de la présente invention; ce dispositif est déplaçable sous
10 l'action d'un ressort non illustré, depuis une position de fermeture, dans laquelle il est maintenu durant l'emmagasinement par un dispositif d'armement, non illustré, vers une position d'ouverture illustrée sur la figure 1.

L'organe d'interception 27, non décrit également en
15 détail dans la mesure où il ne fait pas partie de la présente invention, est commandé par un piston 30 actionné hydrauliquement par un dispositif d'activation 31, en réponse à des signaux électriques et hydrauliques, indicatifs des conditions de fonctionnement du système, et
20 en particulier du remplissage de la pile électrochimique 7.

La pompe 10 est entraînée par un moteur électrique 32 à courant continu, qui est alimenté par une batterie auxiliaire 33 durant la phase d'activation de la pile 1 et, quant l'activation a eu lieu, par la pile 1 même.

25 L'aspiration de la pile 10 est reliée, comme déjà décrit, à la conduite d'entrée 20 de la vanne de mode 18; l'évacuation 34 de la pompe 10 débouche directement dans le réservoir, qui est par conséquent pressurisé par la pompe même.

30 Le dispositif 12 de réglage de la température de l'électrolyte E comprend essentiellement un échangeur de chaleur 35 et une vanne thermostatique 36, qui est adaptée pour mélanger selon des proportions appropriées un flux d'électrolyte chaud provenant du réservoir 8 et un flux
35 d'électrolyte refroidi via l'échangeur de chaleur 35.

L'échangeur de chaleur 35 est constitué d'une pluralité de canaux 38 longitudinaux, ménagés sur la face

interne de la paroi latérale 4, en correspondance avec la disposition de la pile électrochimique 7; l'entrée de ces canaux communique avec le réservoir 8 et la sortie avec une ouverture 37 ménagée entre la pile 7 et la cloison 6
5 adjacente à cette dernière, et constituant un collecteur de sortie de l'échangeur 35 même. Les canaux 38 permettent l'échange thermique entre l'électrolyte E et l'eau de mer externe, qui a normalement une température bien inférieure à celle de l'électrolyte E. La vanne thermostatique 36 (figure
10 2) a trois voies et présente une première entrée 39 communiquant directement avec le réservoir 8, une deuxième entrée 40 communiquant avec une conduite 41 traversant la pile électrochimique 7 et communiquant avec l'ouverture 37, et une sortie 42 communiquant avec la pile électrochimique 7
15 via une conduite 43.

Dans la conduite 43 d'entrée de l'électrolyte E, dans la cellule 7, sont disposés un diaphragme 44 à rupture préétablie, adapté pour se rompre à une pression relative égale par exemple à trois bar et, en aval du diaphragme 44,
20 un filtre 45 adapté pour empêcher l'entrée de corps étrangers dans la pile 7.

La vanne thermostatique 36 comprend une enveloppe 50 définissant les entrées 39, 40 et la sortie 42 de la vanne même, et un organe déplaçable 51 déplaçable dans l'enveloppe
25 50 et adapté pour faire varier la section des lumières de communication entre chaque entrée 39, 40 et la sortie 42.

Plus particulièrement, l'enveloppe 50 est subdivisée axialement en quatre chambres 52, 53, 54 et 55 séparées entre elles deux par deux, respectivement, par des tronçons
30 56, 57, 58. Les chambres 52, 53 et 54 présentent des sections transversales sensiblement égales et communiquent respectivement avec l'entrée 39, la sortie 42 et l'entrée 40.

En outre, la chambre 53 intermédiaire communique avec
35 les chambres 52 et 54 via des ouvertures circulaires 68, 69 respectives, ménagées dans les tronçons 56 et 57 et

définissant les lumières de communication entre chacune des entrées 39, 40 et la sortie 42.

La chambre 52 communique avec le réservoir 8 via une ouverture circulaire 70 ménagée dans une paroi de tête 71 de l'enveloppe 50. La chambre 55 présente une section transversale plus grande que les autres et adjacente à la chambre 54, avec laquelle elle communique via une ouverture circulaire 72 ménagée dans le tronçon 58.

Les ouvertures 68, 69, 70 et 72 sont coaxiales entre elles et présentent la même section.

L'organe déplaçable 51 comprend une cassette 73 présentant deux parties cylindriques 75, 76 d'extrémité, logées de manière coulissante et étanche respectivement dans les ouvertures 70 et 72 précitées, et une partie cylindrique 77 intermédiaire, de diamètre plus faible, qui est reliée aux parties cylindriques 75 à 76 de tronçons tronconiques 78 respectifs.

La partie 75 est délimitée axialement par une surface 75a sur laquelle agit la pression du réservoir 8. L'organe déplaçable 51 comprend enfin un piston d'extrémité 79, solidaire de la partie cylindrique 76 et présentant un diamètre supérieur à cette dernière, ce piston étant coulissant de façon étanche dans la chambre 55 et la séparant en une première partie 80 sensiblement cylindrique, comprise entre une surface d'extrémité 79a axiale du piston 79 et une paroi de tête 81 de l'enveloppe 50 opposée à la paroi 71, et une deuxième partie 82 annulaire comprise entre le tronçon 58 et une surface annulaire 79b délimitant axialement le piston 79 vers la cassette 73 et entourant la partie cylindrique 76. L'aire de la surface 79b est sensiblement égale à la différence entre les aires des surfaces 79a et 75a.

Le dispositif 12 comprend en outre une électrovanne 83 adaptée pour commander hydrauliquement le déplacement de l'organe déplaçable 51.

L'électrovanne 83 comprend une enveloppe 84 logeant un solénoïde 85 et définissant une cavité axiale 86 dans

laquelle peut se déplacer un noyau 87 pourvu d'une tige 87a d'actionnement d'un obturateur sphérique 88. L'obturateur 88 est logé dans une chambre d'échange 89 coaxiale par rapport à la cavité 86 et communiquant avec cette dernière via une
5 ouverture 90, dans laquelle peut coulisser avec un jeu radial la tige 87a. La chambre d'échange 89 communique avec le réservoir 8 via une ouverture 91 tournée vers l'ouverture 90 et avec une première conduite de pilotage 92 via une sortie 93 latérale.

10 Le noyau 87 délimite axialement une partie de la cavité 86 communiquant avec l'ouverture 90 et définissant une deuxième chambre 94 de l'électrovanne 82. Cette chambre 94 communique en permanence avec une conduite 95 reliée à la conduite d'entrée 43 de la pile électrochimique 7, en aval
15 du filtre 5 et avec une deuxième conduite de pilotage 96, définissant une deuxième sortie de l'électrovanne 83 même.

La première et la deuxième conduite de pilotage 92, 96 sont respectivement reliées à la première partie 80 et à la deuxième partie 82 de la chambre 55 de la vanne 36 et sont
20 adaptées pour envoyer dans les chambres les signaux hydrauliques de pilotage S1, S2 respectifs précités.

L'électrovanne 83 comprend enfin un ressort 97 disposé entre le noyau 87 et une paroi de tête 98 de l'enveloppe 84 et adapté pour maintenir le noyau même, en l'absence
25 d'alimentation électrique du solénoïde, dans une position avancée illustrée sur la figure 2, dans laquelle l'obturateur sphérique 88 coopère de manière étanche avec l'ouverture 91 et isole par conséquent la chambre d'échange 89 du réservoir 8.

30 L'électrovanne 83 est pilotée par une unité électronique de commande 99, qui est adaptée pour envoyer un signal de commande 100 au solénoïde 85.

Plus particulièrement, l'unité 99 comprend un circuit d'élaboration et de commande 104 recevant, à l'entrée, un
35 signal 105, depuis un capteur de température 106 disposé sur la conduite 43, et un signal de référence 107 proportionnel à une température d'exercice prédéterminée de l'électrolyte

E dans la pile électrochimique, produit par une unité centrale de commande de la torpille, non illustrée. Ce circuit 104 produit en sortie le signal 100, dont l'évolution au cours du temps est illustrée à titre d'exemple sur la figure 3.

En particulier, le signal 100 est de type numérique et est constitué d'une succession de cycles marche-arrêt C à fréquence constante, par exemple égale à 3 Hz. Chaque cycle C a par conséquent une durée ou période fixe, égale par exemple à 1/3 seconde et comprenant une phase active F₁ dans laquelle le niveau du signal 100 est égal à 1 et une phase inactive F₀ dans laquelle le niveau du signal 100 est égale à 0.

Le circuit 104 est adapté pour faire varier le rapport cyclique du signal 100 c'est-à-dire le rapport entre la durée de la phase active et la période, d'après une carte M mémorisée, qui fournit la valeur du rapport cyclique en fonction de l'erreur entre le signal 105 proportionnel à la température de l'électrolyte relevée par le capteur 98 et le signal de référence 107.

Le séparateur de gaz 13 présente une enveloppe 108 extérieure de forme sensiblement cylindrique, aux extrémités opposées de laquelle, respectivement supérieure et inférieure sont reliées de manière tangentielle une conduite d'entrée 109 communiquant avec une sortie de l'électrolyte E par la pile 7 et la sortie 14 de la phase liquide. La séparation du gaz a lieu par centrifugation, de manière connue : la phase liquide plus dense occupe une partie annulaire extérieure 110 du séparateur, communiquant avec la sortie 14, tandis que la phase gazeuse est récoltée dans une partie intérieure 111 communiquant avec la sortie 15.

Les sorties 14, 15 sont reliées à la vanne de mode 18, comme décrit ci-dessus, via des manchons 112, 113 respectifs logeant des clapets anti-retour 114, 115 respectifs adaptés pour envoyer le retour de fluide depuis la vanne 18 vers le séparateur de gaz 13.

Le conduit d'entrée 109 du séparateur de gaz 13 communique, via des tubes 116 respectifs à section réduite, avec une zone supérieure de l'ouverture 37 et avec une zone supérieure opposée au réservoir 8.

5 La conduite d'entrée 20 est fermée par un diaphragme 117 à rupture préétablie, qui est adaptée pour se rompre en présence d'une différence de pression réduite, de l'ordre de quelques dixièmes de bar, ayant pour fonction d'éviter l'entrée intempestive d'eau de mer dans le dispositif 9,
10 comme décrit ci-après.

Le fonctionnement de la pile 1 est le suivant.

Avant le lancement, les organes d'interception 25, 26 sont fermés sous l'effet du dispositif d'armement. Le dispositif d'activation 31 est en état de repos et l'organe
15 d'interception 27 est soulevé de manière à relier entre elles les sorties du séparateur de gaz 13 à la conduite d'évacuation 21.

Au moment du lancement, le dispositif d'armement commute le dispositif d'interception 29 de la vanne de mode
20 18, dans la position d'ouverture. Dans cette situation, la conduite d'entrée 20 et la conduite de sortie 21 communiquent avec le milieu ambiant extérieur; cependant, le diaphragme 117 empêche toute entrée intempestive d'eau, due par exemple à des éclaboussures, afin que la torpille ne
25 plonge et que donc la pression d'entrée ne soit supérieure au seuil de rupture du diaphragme même. L'entrée de l'eau de mer via la conduite 21 n'a aucune conséquence négative puisque les clapets anti-retour 114, 115 en empêchent l'accès au séparateur de gaz 13 et donc à la pile
30 électrolytique 7.

L'eau de mer qui entre dans la conduite d'entrée 20 rejoint la pompe 10, qui l'envoie dans le réservoir 8 où elle commence la dissolution du composé anhydrique A et la formation consécutive d'électrolyte E liquide. L'électrolyte
35 remplit le réservoir 8 et, via les conduites 38 de l'échangeur 35, l'ouverture 37; le gaz y étant présent tend à former une poche dans la zone supérieure à partir de

laquelle il est transporté vers l'extérieur via les tubes 116, le séparateur de gaz 13, les clapets anti-retour 114, 115 et la conduite d'évacuation 21. L'électrolyte E rejoint en outre la conduite d'entrée 33 dans la pile électrochimique 7 via la vanne thermostatique 36, dont le fonctionnement est décrit en détails ci-après; l'entrée de l'électrolyte E dans la pile est cependant encore empêchée par le diaphragme 44. Lorsque le réservoir 8 est rempli, la pression de l'électrolyte E augmente jusqu'à devenir supérieure au seuil de rupture du diaphragme 44 et donc l'électrolyte même peut accéder à la pile via le filtre 45.

Le gaz présent dans la pile, durant le remplissage de cette dernière, est évacué via la conduite 109, le séparateur de gaz 13 et la conduite d'évacuation 21. Lorsque la pile 7 a été complètement remplie par l'électrolyte E, le dispositif d'activation 31, par exemple en réponse à un signal fonction de la pression dans la conduite 109, actionne le piston 30 qui dispose l'organe d'interception 27 dans la position illustrée, dans laquelle la sortie 14 de la phase liquide du séparateur de gaz 13 est reliée à la conduite d'entrée 20 et donc à l'aspiration 24 de la pompe 10, ainsi qu'à la conduite d'évacuation 21, en définissant un fonctionnement à circuit fermé du dispositif 9.

En particulier, l'électrolyte E pressurisé par la pompe 10 est envoyé dans la pile électrochimique 7 via la vanne thermostatique 36, comme mieux décrit ci-après; depuis la pile électrochimique 7, dans laquelle a lieu la réaction d'évacuation avec production d'énergie électrique, de chaleur et des produits de réaction (principalement de l'hydrogène et des aluminates), l'électrolyte E traverse la conduite 109 dans le séparateur de gaz 13, dans lequel la phase gazeuse est pratiquement complètement séparée de la phase liquide et est évacuée vers l'extérieur via la sortie 15. L'électrolyte E dépourvu de la phase gazeuse sort du séparateur 13 via la sortie 14 et, via la vanne de mode 18, retourne à la pompe 10.

La commande de la température de l'électrolyte E à l'entrée de la pile électrochimique 7 est à présent décrite plus en détails.

Lorsque le signal 100 de commande de l'électrovanne 83
5 est inactif (phase F₀), l'électrovanne même se trouve dans la configuration illustrée sur la figure 2, dans laquelle elle est reliée à la conduite 95 entre les deux conduites de pilotage 92, 96. Par conséquent, l'organe déplaçable 51 est soumis à l'action de la pression du réservoir sur la surface
10 75a et à l'action de la pression de la conduite 43 sur les surfaces 79a et 79b du piston 79; la résultante des forces de pression agissant sur le piston 79 est équivalente à l'action de la pression de la conduite 43 sur une surface de pilotage ayant une aire égale à la différence entre les
15 aires de la surface 79a et 79b et donc égale à l'aire de la surface 75a. Etant donné que la pression régnant dans la conduite 43 est inférieure à la pression régnant dans le réservoir 8 en raison de la perte de charge à travers la vanne 36, l'organe déplaçable 51 se déplace vers la paroi
20 81, en augmentant la section de la lumière de communication entre l'entrée 42 et la deuxième entrée 40 (électrolyte "froid") de la vanne 36 et en diminuant la section de la lumière de communication entre la sortie 42 et la première entrée 39 (électrolyte "chaud").

25 Lorsque le signal 100 est actif, la partie 80 de la chambre 55 est mise en communication avec le réservoir 8 via la conduite 92 et l'ouverture 91. La résultante des forces de pression agissant sur les surfaces 79a et 75a est donc égale à l'action de la pression du réservoir agissant sur
30 une aire égale à la différence entre les aires des surfaces précitées, c'est-à-dire à l'aire de la surface 79b. Etant donné que la pression de la conduite 43 continue à agir sur cette dernière, inférieure à celle du réservoir, l'organe déplaçable 51 s'éloigne de la paroi 81 en augmentant la
35 section de la lumière de communication entre la sortie 42 et la première entrée 39 et en diminuant celle de la lumière de communication entre la sortie 42 et la deuxième entrée 40.

Etant donné l'évolution au cours du temps du signal 100 (figure 3) décrit ci-dessus, l'organe déplaçable 51 de la vanne 36 oscille de manière continue; plus particulièrement, le mouvement de l'organe déplaçable 51 consiste en une succession de cycles oscillants à fréquence constante, chacun d'entre eux comprenant des déplacements dans l'un ou l'autre sens. Ces déplacements ont une durée (et donc une amplitude) égale dans le cas où la température de l'électrolyte E mesurée par le capteur 106 est égale à la température de référence, et donc la position (intermédiaire) de l'organe déplaçable 51 ne doit pas être modifiée; dans ce cas, en particulier, l'unité de commande produit un signal 100 avec un rapport cyclique égal à 0,5. Plus généralement, de tels déplacements présentent une durée (et donc une amplitude) diverse, respectivement proportionnelle au rapport cyclique du signal 100 et à son complément à la valeur 1, en produisant donc un déplacement de la position (intermédiaire) de l'organe déplaçable 51 de manière à augmenter la lumière de communication entre la sortie 42 et l'une des entrées 39, 40, pour compenser l'erreur de température relevée. A partir d'un examen des caractéristiques de la pile 1 réalisée selon les règles de la présente invention, les avantages que cette dernière permet d'obtenir sont évidents. Avant tout, la commande électronique de la vanne thermostatique permet de régler à volonté la valeur de la température de l'électrolyte E à l'entrée de la pile électrochimique, ainsi que d'imposer plusieurs valeurs pour définir un profil d'évacuation approprié durant la mission, en faisant simplement varier le signal de référence 107. De telles valeurs peuvent être également modifiées au cours de la mission de manière automatique au moyen de l'unité de commande centrale du système subaquatique, aux fins d'optimiser les conditions d'évacuation et donc la puissance attribuée et/ou la durée d'évacuation.

En outre, la commande de la température de l'électrolyte E est plus précise et présente une rapidité de

réponse élevée; l'utilisation d'un organe déplaçable 51 pour un mouvement oscillant continu permet d'éliminer le frottement de premier détachement, constituant l'une des causes principales des problèmes dynamiques dans des commandes classiques. L'absence d'organe d'actionnement mécanique connecté à l'organe déplaçable 51 permet d'obtenir une souplesse maximale de positionnement des différents organes du système de commande de température, qui sont reliés entre eux seulement au moyen de conduites ou de parties creuses. Enfin, le coût du dispositif de commande 12 de réglage de la température est réduit grâce à l'utilisation d'une électrovanne simple de type marche-arrêt.

Il est enfin évident que l'on peut apporter des modifications et des variantes à la pile 1 décrite, sans sortir de l'esprit de protection de la présente invention.

REVENDICATIONS

1. Pile (1) activable à circulation d'électrolyte, en particulier pour la production d'énergie électrique destinée à la propulsion de systèmes aquatiques, du type comprenant :
- une pile électrochimique (7);
 - 5 - un réservoir (8) contenant au moins un composé alcalin anhydrique (A) adapté pour être dissous dans l'eau de mer pour former un électrolyte (E) liquide; et
 - un système pour la formation de l'électrolyte (E) liquide et la circulation de cet électrolyte entre ledit
 - 10 réservoir (8) et ladite pile électrochimique (7), ledit système (9) comprenant à son tour :
 - une conduite d'entrée (20) communiquant avec le milieu ambiant extérieur;
 - une pompe (10) de circulation de l'électrolyte (E),
 - 15 dont l'aspiration est reliée à ladite conduite d'entrée (20) et dont l'évacuation est connectée audit réservoir (8);
 - des moyens de réglage (12) de la température de l'électrolyte (E), disposés entre ledit réservoir (8) et une entrée de ladite pile électrochimique (7);
 - 20 - un séparateur de gaz (13) ayant une entrée (46) connectée à une sortie de ladite pile électrochimique (7), une sortie (15) de la phase gazeuse et une sortie (14) de la phase liquide;
 - une conduite de sortie (21) communiquant avec le
 - 25 milieu ambiant extérieur,
 - ladite sortie (14) de la phase liquide dudit séparateur de gaz pouvant être reliée à l'aspiration (24) de ladite pompe, ladite sortie (15) de la phase gazeuse dudit séparateur (13) pouvant être reliée à ladite conduite de
 - 30 sortie (21),
 - lesdits moyens de réglage (12) de la température de l'électrolyte (E) comprenant un échangeur de chaleur (35) dont l'entrée communique avec ledit réservoir (8) et utilisant l'eau de mer comme fluide réfrigérant, et une vanne
 - 35 thermostatique (36) à trois voies, ayant une première entrée

(39) connectée audit réservoir (8), une deuxième entrée (40) connectée à une sortie (37) dudit échangeur de chaleur (35), une sortie (42) connectée à une entrée de ladite pile électrochimique (7) et un organe déplaçable (51) pour faire
5 varier la section des lumières de communication entre lesdites entrées (39, 40) et ladite sortie (42), et des moyens de commande (99, 83) de ladite vanne thermostatique (36),

caractérisée par le fait que lesdits moyens de commande
10 comprennent une électrovanne (83) à deux positions, produisant en sortie au moins un signal hydraulique de pilotage (S1) de ladite vanne thermostatique (36), un capteur (106) de température de l'électrolyte (E) et une unité électronique de commande (99) connectée audit capteur de
15 température (106) et à ladite électrovanne (83) et adaptée pour produire au moins un signal numérique de commande (100) pour ladite électrovanne (83), en réponse à au moins un signal d'entrée (105) reçu dudit capteur, ladite électrovanne (83) étant adaptée pour prendre une première et une deuxième
20 position, correspondant respectivement à un premier et un deuxième niveau (1, 0) dudit signal numérique de commande (100), auxquels ledit signal hydraulique de pilotage (S1) est adapté pour provoquer un déplacement dudit organe déplaçable (51) afin d'augmenter la section de la lumière de
25 communication entre ladite sortie (42) et, respectivement, ladite première et ladite deuxième entrée (39, 40).

2. Pile selon la revendication 1, caractérisée par le fait que ledit signal de commande (100) est constitué par une succession de cycles (C) comprenant chacun une phase
30 active (F₁) dans laquelle le signal (100) occupe ledit premier niveau (1), et une phase inactive (F₀) dans laquelle ledit signal occupe ledit deuxième niveau (0).

3. Pile selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que lesdits cycles (C) ont une durée constante.

35 4. Pile selon la revendication 2 ou 3, caractérisée par le fait que ladite unité de commande (99) comprend des moyens (104) de comparaison dudit signal d'entrée (105) avec

un signal (107) fonction d'une température de référence pour relever une erreur, et des moyens (M) de variation du rapport cyclique dudit signal de commande (100) en fonction de l'erreur relevée.

5 5. Pile selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par le fait que ledit organe déplaçable (51) comprend des première (75a) et deuxième (79a) surfaces de pilotage opposées entre elles et respectivement soumises à la pression dans ledit réservoir
10 (8) et à la pression dudit signal de pilotage (S1).

 6. Pile selon la revendication 5, caractérisée par le fait que ladite électrovanne (83) comprend une sortie (93) pouvant être connectée sélectivement audit réservoir (8) et à un point (43) dudit système (9) de formation et de
15 circulation de l'électrolyte (E), sous une pression inférieure par rapport audit réservoir (8), ladite sortie (93) étant adaptée pour fournir ledit signal de pilotage (S1) de ladite vanne thermostatique (36).

 7. Pile selon la revendication 6, caractérisée par le
20 fait que ladite électrovanne (83) comprend une deuxième sortie (96) reliée de manière permanente audit point (43) dudit système (9) de formation et de circulation de l'électrolyte (E), sous une pression inférieure par rapport audit réservoir (8) et à ladite vanne thermostatique (36),
25 ledit organe déplaçable (51) comprenant une troisième surface de pilotage (79b) ayant une aire sensiblement identique à la différence entre les aires de ladite deuxième (79a) et de ladite première surface de pilotage (75a) et soumise à la pression de ladite deuxième sortie (96), les
30 forces de pression agissant sur ladite première (75a) et ladite troisième (79b) surface de pilotage correspondant entre elles.

 8. Pile selon la revendication 7, caractérisée par le fait que ledit organe déplaçable (51) comprend une cassette
35 (73) et un piston (79) d'extrémité, lesdites deuxième et troisième surfaces de pilotage (79a, 75a) étant constituées de surfaces délimitant axialement ledit piston (79),

respectivement à une extrémité et vers ladite cassette (73), ladite première surface de pilotage (75a) étant constituée d'une surface axiale d'extrémité de ladite cassette (73) opposée audit piston (79).

- 5 9. Pile selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisée par le fait que ledit point dudit système (9) de formation et de circulation de l'électrolyte (E), sous une pression inférieure par rapport audit réservoir (8), est situé à l'entrée (43) de ladite pile
- 10 électrochimique (7).

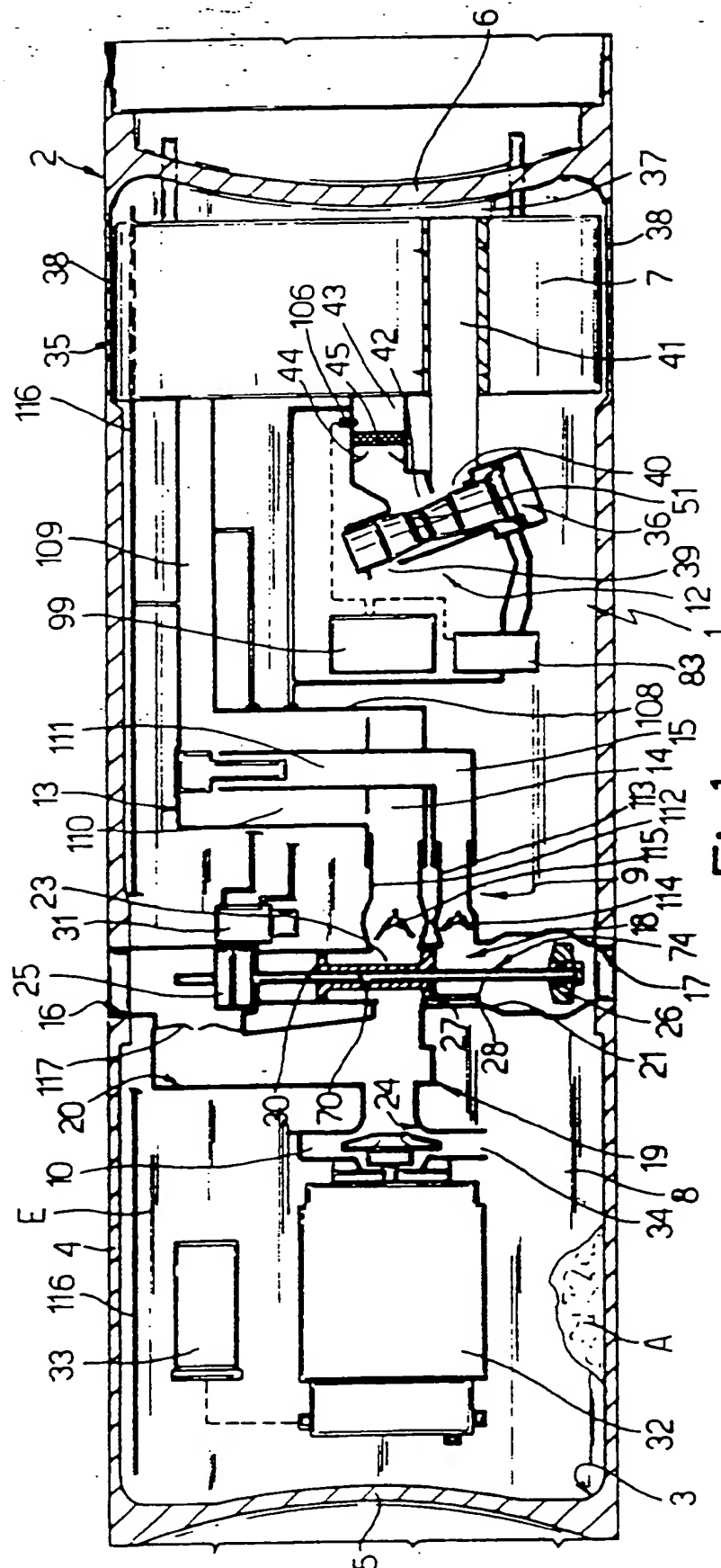


Fig.

